

после фосфорлинирования, содержащую смесь  $\alpha$ -аминометиленфосфоновых кислот, нейтрализовали водным раствором аммиака до  $\text{pH} = 7$  с получением смеси аммонийных солей  $\alpha$ -аминометиленфосфоновых кислот. Полученный раствор аммонийных солей  $\alpha$ -аминометиленфосфоновых кислот был испытан в качестве огнезащитного состава для древесины.

Эфирная часть была использована (без очистки) в качестве модифицирующей добавки к дорожному битуму марки БНД 90/130.

#### *Библиографический список*

1. Липатов Ю.С., Керча Ю.Ю., Сергеева Л.М. Структура и свойства полиуретанов. Киев: АН УССР. 1970. 279с.
2. Седьмая международная конференция «Полиуретаны 2014» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.creonenergy.ru/consulting/detailConf.php?ID=109742>
3. Пат 2069675 РФ, МПК 7С08J11/08. Способ переработки полиуретановых отходов / В.В. Бестужева, Н.К. Налимова. № 94007830/04; заявл. 09.03.1994; опубл. 27.11.1996.
4. Структура и свойства продуктов аминолита полиуретана СКУ-ПФЛ-100 моноэтаноламином / В.М. Балакин, Д.Ш. Гарифуллин, С.В. Ислентьев, А.А. Галлямов, И.Н. Ганебных // Пластические массы. 2011. № 9. С. 52–56.
5. Балакин В.М. Фосфорсодержащие антипирены для древесины на основе продуктов аминолита полиуретанов / В.М. Балакин, А.А. Галлямов, Д.Ш. Гарифуллин, К.Д. Абдуллина // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2013. № 8 (145). С. 98–105.
6. Черкасов Р.А., Галкин В.И. Реакция Кабачника–Филдса: синтетический потенциал и проблема механизма // Успехи химии. 1998. 67(10). С. 940–968.

УДК 628.543:628.349

Б.Н. Дрикер, А.И. Мурашова, А.Г. Тарантаев  
(B. N. Driker, A.I. Murashova, A.G. Tarantaev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

#### **К ВОПРОСУ МЕТОДОЛОГИИ ВЫБОРА ИНГИБИТОРА (ON CHOICE OF INHIBITOR METHODOLOGY)**

*Рассмотрены различные методы выбора ингибиторов. Разработана установка и предложен метод одновременной оценки ингибирующих свойств в отношении минеральных отложений и коррозии металла.*

*The article deals with various methods of inhibitor choosing. The device has been worked out and the method for the simultaneous estimation of inhibiting properties as concerns mineral deposition and metal corrosion has been investigated.*

В промышленности и теплоэнергетике широко используются ингибиторы образования минеральных отложений и коррозии металлов. Эти реагенты и композиционные составы выпускаются отечественными и зарубежными компаниями (ОАО «Химпром», ОАО ХК «Нитон», «Nalco», «Giulini Chemie» и др.) Эффективность их действия при одной и той же концентрации колеблется в диапазоне 20-100 %, а цена от 50 до 500 тысяч рублей за тонну товарной продукции. В связи с этими обстоятельствами особую актуальность приобретает выбор реагента и определение его оптимальной концентрации для обработки воды в конкретной технологической системе.

В технической документации на выпускаемые реагенты, как правило, содержится информация, позволяющая оценить их потребительские свойства. Методики оценки эффективности действия предлагают использовать для этих целей модельные системы пересыщенных растворов в отношении сульфата и карбоната кальция. В связи с обратным температурным коэффициентом растворимости для этих солей, при нагреве происходит выпадение твердой фазы (кристаллизация). Количество образующейся твердой фазы, в зависимости от использования реагента, позволяет оценить его эффективность. Недостатками таких тестов являются: диапазон концентраций (10-20 мг/л), при котором все испытываемые реагенты имеют вполне удовлетворительную эффективность, и состав испытываемой воды, не учитывающей особенностей реальных водных систем. Кроме того, испытания не учитывают законов гидродинамики, то есть проводятся в статических условиях.

Влияние реального состава воды и гидродинамических условий эксплуатации учитывается другими методиками – измерением электрофоретической подвижности и с помощью вращающегося дискового электрода. Суть первой из них заключается в том, что величина потенциала границы скольжения, называемая электрокинетическим потенциалом ( $\zeta$ ) является функцией как природы вещества (твердой фазы), так и жидкой дисперсионной среды и, в значительной степени, способна характеризовать процессы, проходящие на границе раздела фаз. С учетом механизма действия ингибиторов, заключающегося в адсорбции на поверхности зародыша – кристалла и гидрофилизации его поверхности, степень гидрофилизации влияет на величины электрических параметров, в частности на электрокинетический потенциал. Это влияние тем более значительно, чем выше эффективность испытываемого реагента. Измерение электрокинетического потен-

циала по скорости электрофоретической подвижности микроскопическим методом не представляет технических сложностей при наличии соответствующего оборудования. Преимуществом метода является возможность испытаний в конкретной технологической системе, однако, и в этом случае не учитываются гидродинамические факторы, оказывающие влияние на стабильность воды и интенсивность образования отложений.

Электрод в форме диска, вращающегося в жидкости, отличается важной особенностью: его поверхность является равнодоступной в диффузионном отношении и, таким образом, изменение конфигурации оборудования, а, следовательно, гидродинамических условий не имеет значения.

При использовании вращающегося дискового электрода в качестве катода происходит подщелачивание прикатодного слоя, и на катоде образуется карбонат кальция. По его количеству можно оценить стабильность воды и эффективность реагента в реальной технологической системе, учитывая гидродинамический фактор.

Однако ни один из предлагаемых методов не позволяет одновременно оценить свойства реагентов как ингибиторов солеотложений и коррозии и определить их оптимальную концентрацию для применения в условиях эксплуатации технологического оборудования.

С учетом перечисленных обстоятельств нами разработана установка для проведения испытания, состоящая из термостата, теплообменника, перистальтического насоса, емкости с используемой водой, в которой измеряется скорость коррозии конструкционной стали и цветных металлов коррозиметром «Эксперт 004». Продолжительность эксперимента определяется качеством используемой воды, температурой, скоростью циркуляции и составляет от 1 до 5 часов. Скорость коррозии определяется в течение всего эксперимента с интервалом 20-30 минут, количество отложений, образовавшихся на трубке теплообменника, – по окончании эксперимента. С этой целью теплообменник промывают 0,1 н. соляной кислотой для растворения образовавшихся отложений. Затем их количество определяют по стандартной комплексометрической методике. Для метода характерна высокая воспроизводимость (относительная погрешность в отношении отложений не превышает 3-5 %, коррозии – 10 %).